

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    4 月 1 5 日  
Date of Application:

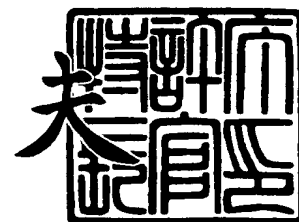
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 1 0 7 7 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 1 1 0 7 7 0 ]

出      願      人                      コニカミノルタオプト株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    2 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 DKY01328

【提出日】 平成15年 4月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 7/095

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカオプト株式  
                                会社内

    【氏名】 木村 徹

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカオプト株式  
                                会社内

    【氏名】 森 伸芳

【特許出願人】

    【識別番号】 303000408

    【氏名又は名称】 コニカオプト株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100090033

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 荒船 博司

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 027188

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ装置、光情報記録再生装置及び対物レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長 $\lambda$ の光束を出射する光源と、正の屈折力を有する第1プラスチックレンズ及び正の屈折力を有する第2プラスチックレンズの少なくとも2つ以上のプラスチックレンズから構成される対物レンズと、前記対物レンズを駆動させるアクチュエータとを備え、前記アクチュエータに対する通電時の発熱により、前記対物レンズ内における温度分布が不均一となる光ピックアップ装置であって、

前記対物レンズ全体の温度が均一に変化した場合の前記対物レンズの3次球面収差の変化率を $\Delta 3SA(\lambda RMS)$ 、前記波長 $\lambda$ の光束に対する前記対物レンズの焦点距離及び光学系倍率を $f(mm)$ 及び $m$ と規定したときに、前記対物レンズが次式(1)を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$-0.0004 < \Delta 3SA / (NA^4 \cdot f \cdot (1-m)) < 0.0004 \cdots (1)$$

【請求項2】 請求項1に記載の光ピックアップ装置であって、

前記対物レンズが上記式(1)を満たすことにより、前記アクチュエータに対する通電時に前記光ピックアップ装置の環境温度が変化した場合の球面収差変化を抑えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の光ピックアップ装置であって、

前記アクチュエータに対する通電時における前記対物レンズの光軸方向の温度分布を $TA(^{\circ}C)$ 、径方向の温度分布を $TR1(^{\circ}C)$ 、 $TR2(^{\circ}C)$ としたとき、

$$|TA| > 1.0$$

$$|TR1| > 0.3$$

$$|TR2| > 0.3$$

のいずれか少なくとも1つを満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

尚、ここでいう $TA$ 、 $TR1$ 、及び $TR2$ は、前記アクチュエータに対する通電時における第1プラスチックレンズの光源側光学面の面頂点の温度を $T1(^{\circ}C)$

)、前記第2プラスチックレンズの光情報記録媒体側光学面の面頂点の温度を $T_2$  (°C) とし、前記第1プラスチックレンズの光軸上におけるレンズ厚の中点を通り光軸に垂直な第1線、及び該第1線を光軸を中心として90度回転させた線が、それぞれ前記第1プラスチックレンズの外周と交差する点の温度をそれぞれ $T_3$  (°C)、 $T_4$  (°C)、 $T_5$  (°C)、 $T_6$  (°C) としたとき、 $TA = T_1 - T_2$ 、 $TR1 = (T_3 + T_4 + T_5 + T_6) / 4 - T_1$ 、 $TR2 = (T_3 + T_4 + T_5 + T_6) / 4 - T_2$ で表され、前記 $T_1 \sim T_6$ は、前記アクチュエータに対する通電時における前記対物レンズ内の温度分布変化が定常状態となった後に測定するものとする。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記対物レンズの像側開口数NAが0.8以上とされたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記アクチュエータが少なくともフォーカシング用のコイルとトラッキング用のコイルとを備え、

前記フォーカシング用のコイルと前記トラッキング用のコイルのうち少なくとも一方は、その重心が前記第2プラスチックレンズの重心位置よりも前記光源側に位置するように配置されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項6】 請求項1～5のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

温度変化に対する前記第1プラスチックレンズの屈折率の変化率を $\Delta NL1$ 、温度変化に対する前記第2プラスチックレンズの屈折率の変化率を $\Delta NL2$ 、前記対物レンズのバックフォーカスを $f_B$  (mm) と規定したとき、次式(2)～(4)を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$-20 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} < \Delta NL1 < -2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \dots (2)$$

$$0.6 < \Delta NL2 / \Delta NL1 < 1.5 \dots (3)$$

$$0.1 < (\Delta NL2 / \Delta NL1) \cdot f_B / (f \cdot (1 - m)) < 0.2 \dots$$

(4)

【請求項 7】 請求項 1～6 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記波長  $\lambda$  の光束に対する前記第 1 プラスチックレンズの焦点距離を  $f_1$  (mm)、前記第 1 プラスチックレンズの光学系倍率を  $m_1$ 、前記波長  $\lambda$  の光束に対する前記第 2 プラスチックレンズの焦点距離を  $f_2$  (mm)、前記第 2 プラスチックレンズの光学系倍率を  $m_2$  と規定したとき、次式 (5) を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$3.5 < f_1 \cdot (1 - m_1) / (f_2 \cdot (1 - m)) < 5.8 \cdots (5)$$

【請求項 8】 請求項 1～7 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、

前記第 1 プラスチックレンズはその光学機能部よりも周辺側の部分に第 1 フランジ部を有し、前記第 2 プラスチックレンズはその光学機能部よりも周辺側の部分に第 2 フランジ部を有し、前記第 1 フランジ部の少なくとも一部と前記第 2 フランジ部の少なくとも一部とを当接することで、前記第 1 プラスチックレンズと前記第 2 プラスチックレンズは一体化され、前記第 1 フランジ部を含めた前記第 1 プラスチックレンズの外径を  $D_1$  (mm)、前記第 2 フランジ部を含めた前記第 2 プラスチックレンズの外径を  $D_2$  (mm) と規定したとき、次式 (6) を満たすと共に、前記第 1 プラスチックレンズが前記アクチュエータにより駆動されるボビンに保持されることを特徴とする光ピックアップ装置。

$$D_1 > D_2 \cdots (6)$$

【請求項 9】 請求項 1～8 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置を搭載して前記光情報記録媒体に対する情報の記録及び前記光情報記録媒体に記録された情報の再生のうち少なくとも一方を実行可能であることを特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項 10】 正の屈折力を有する第 1 プラスチックレンズ及び正の屈折力を有する第 2 プラスチックレンズの少なくとも 2 つ以上のプラスチックレンズから構成される光ピックアップ装置用の対物レンズであって、

前記対物レンズ全体の温度が均一に変化した場合の前記対物レンズの 3 次球面

収差の変化率を  $\Delta 3SA$  ( $\lambda$  RMS)、前記波長  $\lambda$  の光束に対する前記対物レンズの焦点距離及び光学系倍率を  $f$  (mm) 及び  $m$  と規定したときに、前記対物レンズが次式 (1) を満たすことにより、前記対物レンズを駆動させるアクチュエータに対する通電時の発熱により、前記対物レンズ内における温度分布が不均一となった状態で、光ピックアップ装置の環境温度が変化した場合の球面収差変化を抑制することを特徴とする対物レンズ。

$$-0.0004 < \Delta 3SA / (NA^4 \cdot f \cdot (1-m)) < 0.0004 \cdots$$

・ (1)

【請求項 11】 請求項 10 に記載の対物レンズであって、  
次式 (7) を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$-0.0003 < \Delta 3SA / (NA^4 \cdot f \cdot (1-m)) < 0.0003 \cdots$$

・ (7)

【請求項 12】 請求項 10 又は 11 に記載の対物レンズであって、  
前記アクチュエータに対する通電時における前記対物レンズの光軸方向の温度分布を  $TA$  ( $^{\circ}C$ )、径方向の温度分布を  $TR1$  ( $^{\circ}C$ )、 $TR2$  ( $^{\circ}C$ ) としたとき

$$|TA| > 1.0$$

$$|TR1| > 0.3$$

$$|TR2| > 0.3$$

のいずれか少なくとも 1 つを満たすことを特徴とする対物レンズ。

尚、ここでいう  $TA$ 、 $TR1$ 、及び  $TR2$  は、前記アクチュエータに対する通電時における第 1 プラスチックレンズの光源側光学面の面頂点の温度を  $T1$  ( $^{\circ}C$ )、前記第 2 プラスチックレンズの光情報記録媒体側光学面の面頂点の温度を  $T2$  ( $^{\circ}C$ ) とし、前記第 1 プラスチックレンズの光軸上におけるレンズ厚の中点を通り光軸に垂直な第 1 線、及び該第 1 線を光軸を中心として 90 度回転させた線が、それぞれ前記第 1 プラスチックレンズの外周と交差する点の温度をそれぞれ  $T3$  ( $^{\circ}C$ )、 $T4$  ( $^{\circ}C$ )、 $T5$  ( $^{\circ}C$ )、 $T6$  ( $^{\circ}C$ ) としたとき、 $TA = T1 - T2$ 、 $TR1 = (T3 + T4 + T5 + T6) / 4 - T1$ 、 $TR2 = (T3 + T4 + T5 + T6) / 4 - T2$  で表され、前記  $T1 \sim T6$  は、前記アクチュエータに対

する通電時における前記対物レンズ内の温度分布変化が定常状態となった後に測定するものとする。

【請求項 13】 請求項 10～12 のいずれか一項に記載の対物レンズであって、

像側開口数 NA が 0.8 以上とされたことを特徴とする対物レンズ。

【請求項 14】 請求項 10～13 のいずれか一項に記載の対物レンズであって、

温度変化に対する前記第 1 プラスチックレンズの屈折率の変化率を  $\Delta NL1$ 、温度変化に対する前記第 2 プラスチックレンズの屈折率の変化率を  $\Delta NL2$ 、前記対物レンズのバックフォーカスを  $fB$  (mm) と規定したとき、次式 (2)～(4) を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$-20 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} < \Delta NL1 < -2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \dots (2)$$

$$0.6 < \Delta NL2 / \Delta NL1 < 1.5 \dots (3)$$

$$0.1 < (\Delta NL2 / \Delta NL1) \cdot fB / (f \cdot (1-m)) < 0.2 \dots (4)$$

【請求項 15】 請求項 14 に記載の対物レンズであって、次式 (8)～(10) を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$-15 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} < \Delta NL1 < -5 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \dots (8)$$

$$0.7 < \Delta NL2 / \Delta NL1 < 1.4 \dots (9)$$

$$0.12 < (\Delta NL2 / \Delta NL1) \cdot fB / (f \cdot (1-m)) < 0.18 \dots (10)$$

【請求項 16】 請求項 10～15 のいずれか一項に記載の対物レンズであって、

前記波長  $\lambda$  の光束に対する前記第 1 プラスチックレンズの焦点距離を  $f1$  (mm)、前記第 1 プラスチックレンズの光学系倍率を  $m1$ 、前記波長  $\lambda$  の光束に対する前記第 2 プラスチックレンズの焦点距離を  $f2$  (mm)、前記第 2 プラスチックレンズの光学系倍率を  $m2$  と規定したとき、次式 (5) を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$3.5 < f1 \cdot (1-m1) / (f2 \cdot (1-m)) < 5.8 \dots (5)$$

【請求項 17】 請求項 10～16 のいずれか一項に記載の対物レンズであって、

前記第 2 プラスチックレンズが、前記第 1 プラスチックレンズ側に凸のメニスカスレンズであることを特徴とする対物レンズ。

【請求項 18】 請求項 10～17 のいずれか一項に記載の対物レンズであって、

前記第 1 プラスチックレンズはその光学機能部よりも周辺側の部分に第 1 フランジ部を有し、前記第 2 プラスチックレンズはその光学機能部よりも周辺側の部分に第 2 フランジ部を有し、前記第 1 フランジ部の少なくとも一部と前記第 2 フランジ部の少なくとも一部とを当接することで、前記第 1 プラスチックレンズと前記第 2 プラスチックレンズは一体化され、前記第 1 フランジ部を含めた前記第 1 プラスチックレンズの外径を  $D1$  (mm)、前記第 2 フランジ部を含めた前記第 2 プラスチックレンズの外径を  $D2$  (mm) と規定したとき、次式 (6) を満たすと共に、前記第 1 プラスチックレンズが前記アクチュエータにより駆動されるボビンに保持されることを特徴とする対物レンズ。

$$D1 > D2 \cdots (6)$$

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、光ピックアップ装置、光情報記録再生装置及び対物レンズに関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

近年の光ディスクの高密度化に伴い、これら高密度光ディスクへの記録／再生に使用される対物レンズは、集光スポットをより小さくするという要求からその開口数 (NA) が高いものが用いられるようになっている。

例えば、波長  $\lambda$  が 405 nm の青紫色半導体レーザ光源を使用する高密度光ディスクでは、高密度化を達成するために像側開口数 NA が 0.85 程度の対物レンズが必要である。



## 【0003】

また、CD（コンパクトディスク）、MO（光磁気ディスク）、DVD（デジタルビデオディスク）などの光ディスクへの記録／再生に使用される対物レンズには、軽量且つ金型を用いた射出成形により低コストで大量生産できるなどの理由により主にプラスチックレンズが使用されている。従って、高密度光ディスクの光ピックアップ装置においても同様の理由により対物レンズとしてプラスチックレンズを使用するのが好ましい。

ところが、量産が成立するような十分な製造公差を確保しつつNA0.85という高開口数を実現した対物レンズとするには、屈折力を2つのレンズに分割して個々のレンズの製造公差を緩和させるため、少なくとも2群のレンズ構成とする必要があり、例えば、特許文献1及び2のような2群構成の高NAプラスチックレンズが提案されている。

## 【0004】

## 【特許文献1】

特開2002-236252号公報

## 【特許文献2】

特開2003-6908号公報

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、光ピックアップ装置では、一般に、アクチュエータにより対物レンズを光軸方向、ディスクの径方向に移動させることでフォーカシングやトラッキングを行う。この際、アクチュエータを構成するフォーカシングコイルやトラッキングコイルに対して電流を通電することでマグネットとの間に生じる電磁力を利用して、対物レンズを駆動させるようになっている。

## 【0006】

ところが、2群構成の高NAプラスチックレンズを上記の様に駆動させた場合、従来の構成には無い新たな問題が生じることが分かった。それは、従来より用いられてきた1群構成のプラスチックレンズよりも体積が大きくなる傾向があるため、フォーカシングコイルやトラッキングコイルに電流を通電すると、これら

コイルの発熱の影響により対物レンズ内で不均一な温度分布が生じやすい。一方、光ピックアップ装置内は、環境温度の影響やフォーカシングコイル／トラッキングコイルの発熱等の影響で温度が変化する。

#### 【0007】

そして、対物レンズ内に不均一な温度分布が生じた状態で光ピックアップ装置内の温度が変化すると、高NAプラスチックレンズの球面収差は大きく変化し、高密度光ディスクに対する情報の記録／再生に支障を来す。これは、温度分布がほぼ均一状態のレンズと比較しても温度により生じる球面収差の劣化が激しく、特にガラスレンズとの比較においては屈折率が10倍以上と大きいため、その違いはNAの4乗に比例して更に大きくなるためである。

特に、フォーカシングコイルやトラッキングコイルに対する通電量が大きくなるほど発熱量が大きくなり、その結果、対物レンズ内の温度分布の不均一性がより大きくなるので、光ピックアップ装置の動作中における高NAプラスチックレンズの球面収差の変化（劣化）の問題は顕在化する。

#### 【0008】

しかし、特許文献1及び2に開示された技術はいずれも、対物レンズを構成する2つのプラスチックレンズの温度が均一に変化した時に、これらレンズの形状が変化したり屈折率が変化することにより生ずる球面収差を補正するものではあるものの、上述したように、アクチュエータ駆動時の熱の影響を受けて対物レンズ内に不均一な温度分布が生じた状態で、光ピックアップ装置内の温度が変化した場合に生じる球面収差劣化の問題についての記載はなく、勿論何ら対策も講じられていない。

#### 【0009】

本発明の課題は、上述の問題を解決したものであり、2つのプラスチックレンズから構成された対物レンズ内に不均一な温度分布が生じた状態で、光ピックアップ装置内の温度が変化した場合でも、球面収差の劣化を小さく、高密度光ディスクに対して安定した情報の記録／再生を行うことができる光ピックアップ装置を提供することである。特に、フォーカシングコイルやトラッキングコイルに対する通電量が大きくなった場合でも、光ピックアップ装置内の温度が変化した際

の球面収差の変化量が小さく、高密度光ディスクに対して安定した情報の記録／再生を行なうことができる光ピックアップ装置及びこの光ピックアップ装置を用いた光情報記録再生装置を提供することである。

また、2つのプラスチックレンズから構成され、高密度光ディスクの光ピックアップ装置用の対物レンズとして好適な対物レンズであって、対物レンズ内に不均一な温度分布が生じた状態で、光ピックアップ装置内の温度が変化した場合でも、記録／再生に優れた対物レンズを提供することである。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、波長 $\lambda$ の光束を出射する光源と、正の屈折力を有する第1プラスチックレンズ及び正の屈折力を有する第2プラスチックレンズの少なくとも2つ以上のプラスチックレンズから構成される対物レンズと、前記対物レンズを駆動させるアクチュエータとを備え、前記アクチュエータに対する通電時の発熱により、前記対物レンズ内における温度分布が不均一となる光ピックアップ装置であって、前記対物レンズ全体の温度が均一に変化した場合の前記対物レンズの3次球面収差の変化率を $\Delta 3SA$  ( $\lambda RMS$ )、前記波長 $\lambda$ の光束に対する前記対物レンズの焦点距離及び光学系倍率を $f$  (mm) 及び $m$ と規定したときに、前記対物レンズが次式(1)を満たすことを特徴とする。

$$-0.0004 < \Delta 3SA / (NA^4 \cdot f \cdot (1-m)) < 0.0004 \cdots (1)$$

#### 【0011】

なお、ここで、本明細書中における「温度分布が不均一」について説明する。

図6(a)～(c)に示すように、対物レンズOBJを構成する第1プラスチックレンズL1と第2プラスチックレンズL2は、その光学機能部(図6において斜線部)よりも周辺側の部分に、それぞれ光学機能部と一体に成形された第1フランジ部FL1と第2フランジ部FL2とを有しており、第1フランジ部と第2フランジ部の一部同士(図6(b)において当接部M)を当接することで第1プラスチックレンズL1と第2プラスチックレンズL2は一体化されている。

## 【0012】

そして、アクチュエータの駆動時（アクチュエータへの通電時）、第1面（第1プラスチックレンズL1の光源側の光学面）の面頂点P1の温度をT1（℃）、第4面（第2プラスチックレンズL2の光ディスク側の光学面）の面頂点P2の温度をT2（℃）、第1プラスチックレンズL1のレンズ厚さ（光軸上の厚さ）の中点を通り光軸に垂直な任意の線CLと、光軸を中心として線CLを90度回転させた線CL'とが、第1フランジ部FL1の外周と交わる点P3、P4、P5、P6の温度をそれぞれT3（℃）、T4（℃）、T5（℃）、T6（℃）としたとき、

$$T_A = T_1 - T_2 \text{ (℃)}$$

$$T_{R1} = (T_3 + T_4 + T_5 + T_6) / 4 - T_1 \text{ (℃)}$$

$$T_{R2} = (T_3 + T_4 + T_5 + T_6) / 4 - T_2 \text{ (℃)}$$

で定義される、光軸方向の温度分布TA、径方向の温度分布TR1及びTR2が以下の3条件（R1）～（R3）のいずれか1つを満たしている場合に「不均一な温度分布」が生じているものとする。また、T1～T6は、アクチュエータに対する通電時における対物レンズ内の温度分布変化が定常状態となった後に測定するものとする。

$$|T_A| > 1.0 \text{℃} \dots (R1)$$

$$|T_{R1}| > 0.3 \text{℃} \dots (R2)$$

$$|T_{R2}| > 0.3 \text{℃} \dots (R3)$$

## 【0013】

また、「対物レンズ全体の温度が均一に変化した場合」とは、上記光軸方向の温度分布TA、径方向の温度分布TR1及びTR2が上記3条件（R1）～（R3）の全てを満たしている場合を指す。

また、「対物レンズ全体の温度が均一に変化した場合の対物レンズの3次球面収差の変化率 $\Delta 3SA(\lambda \text{ RMS})$ 」は、25℃の環境温度下において、対物レンズ内の温度分布変化が定常状態となった状態で測定した波面収差の3次球面収差成分を $3SA(\lambda \text{ RMS})$ とし、55℃の環境温度下において、対物レンズ内の温度分布変化が定常状態となった状態で測定した波面収差の3次球面収差成分

を  $3SA' (\lambda RMS)$  としたとき、 $\Delta 3SA = (3SA' - 3SA) / (55 - 25)$  で算出される。

尚、本明細書において「対物レンズ内の温度分布変化が定常状態になる」とは、温度変化率の絶対値が、P1～P6（図6参照）の全ての測定点で  $0.1^\circ\text{C}/\text{分}$  以内となることを指す。

#### 【0014】

尚、波面収差の3次球面収差成分の符号は、補正過剰（オーバー）である場合を「+」とし、補正不足（アンダー）である場合を「-」とする。

また、波長  $\lambda$  の光束に対する対物レンズの焦点距離  $f$  (mm) は、 $25^\circ\text{C}$  の環境温度下において測定した焦点距離を指すものとする。

また、本発明は光情報記録媒体としての高密度光ディスクに対して適用可能なものであり、高密度光ディスクとしては、波長  $400\text{nm}$  程度の青紫色半導体レーザー光源と像側開口数  $NA$  を  $0.85$  程度まで高めた対物レンズを用いる保護基板厚  $0.1\text{mm}$  程度の光ディスクや、同じく波長  $400\text{nm}$  程度の青紫色半導体レーザー光源と像側開口数  $NA$  を  $0.65$  程度とした対物レンズを用いる保護基板厚  $0.6\text{mm}$  程度の光ディスクが挙げられる。

#### 【0015】

請求項1に記載の発明によれば、対物レンズを(1)式を満たすように設計することにより、少なくとも2群以上の構成からなるプラスチックレンズで構成された対物レンズを用いた光ピックアップ装置でも、使用時の光情報記録媒体の情報記録面における球面収差の劣化を小さく抑えることが可能となり、高密度光ディスクに対して安定した情報の記録／再生を行うことができる。

なお、 $-0.0003 < \Delta 3SA / (NA^4 \cdot f \cdot (1-m)) < 0.0003$  を満たすように対物レンズを設計することがより好ましい。この場合、フォーカシングコイルやトラッキングコイルに対して大きな電流が通電された状態で光ピックアップ装置内の温度が変化した際の球面収差の変化（劣化）を小さく抑えることができる。

なお、対物レンズ内における不均一な温度分布としては、例えば、光軸方向の温度分布や光軸に関して回転対称な径方向の温度分布、あるいはこれら2つの温

度分布を足し合せた温度分布等が挙げられる。

【0016】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の光ピックアップ装置であって、前記対物レンズが上記式(1)を満たすことにより、前記アクチュエータに対する通電時に前記光ピックアップ装置の環境温度が変化した場合の球面収差変化を抑えることを特徴とする。

【0017】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の光ピックアップ装置であって、前記アクチュエータに対する通電時における前記対物レンズの光軸方向の温度分布を $T_A$  (°C)、径方向の温度分布を $TR1$  (°C)、 $TR2$  (°C)としたとき、 $|TA| > 1.0$ 、 $|TR1| > 0.3$ 、 $|TR2| > 0.3$ のいずれか少なくとも1つを満たすことを特徴とする。

【0018】

請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記対物レンズの像側開口数 $NA$ が0.8以上とされたことを特徴とする。

【0019】

請求項4に記載の発明によれば、請求項1～3のいずれか一項と同様の効果を得られるとともに、光ピックアップ装置を、波長400nm程度の青紫色半導体レーザ光源と像側開口数 $NA$ が0.85程度の対物レンズを用いる、保護基板厚0.1mm程度の高密度光ディスクに対して好適に用いることができる。

【0020】

請求項5に記載の発明は、請求項1～4のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記アクチュエータが少なくともフォーカシング用のコイルとトラッキング用のコイルとを備え、前記フォーカシング用のコイルと前記トラッキング用のコイルのうち少なくとも一方は、その重心が前記第2プラスチックレンズの重心位置よりも前記光源側に位置するように配置されることを特徴とする。

【0021】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、温度変化に対する前記第 1 プラスチックレンズの屈折率の変化率を  $\Delta N L 1$ 、温度変化に対する前記第 2 プラスチックレンズの屈折率の変化率を  $\Delta N L 2$ 、前記対物レンズのバックフォーカスを  $f B$  (mm) と規定したとき、次式 (2) ～ (4) を満たすことを特徴とする。

$$-20 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} < \Delta N L 1 < -2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \cdots (2)$$

$$0.6 < \Delta N L 2 / \Delta N L 1 < 1.5 \cdots (3)$$

$$0.1 < (\Delta N L 2 / \Delta N L 1) \cdot f B / (f \cdot (1 - m)) < 0.2 \cdots (4)$$

#### 【0022】

請求項 6 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項と同様の効果を得られるとともに、温度変化に対する第 1 プラスチックレンズの屈折率の変化率  $\Delta N L 1$  と温度変化に対する第 2 プラスチックレンズの屈折率の変化率  $\Delta N L 2$  が上記 (2) 式及び (3) 式を満たすように、さらに、第 1 プラスチックレンズと第 2 プラスチックレンズを組み合わせる構成される対物レンズのバックフォーカス  $f B$  が光学系倍率  $m$  に対して上記 (4) 式を満たすように、第 1 プラスチックレンズ及び第 2 プラスチックレンズを設計することにより、上記 (1) 式を満たす対物レンズを得ることができる。

#### 【0023】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記波長  $\lambda$  の光束に対する前記第 1 プラスチックレンズの焦点距離を  $f 1$  (mm)、前記第 1 プラスチックレンズの光学系倍率を  $m 1$ 、前記波長  $\lambda$  の光束に対する前記第 2 プラスチックレンズの焦点距離を  $f 2$  (mm)、前記第 2 プラスチックレンズの光学系倍率を  $m 2$  と規定したとき、次式 (5) を満たすことを特徴とする。

$$3.5 < f 1 \cdot (1 - m 1) / (f 2 \cdot (1 - m)) < 5.8 \cdots (5)$$

請求項 7 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項と同様の効果を得られる。

#### 【0024】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記第 1 プラスチックレンズはその光学機能部よりも周辺側の部分に第 1 フランジ部を有し、前記第 2 プラスチックレンズはその光学機能部よりも周辺側の部分に第 2 フランジ部を有し、前記第 1 フランジ部の少なくとも一部と前記第 2 フランジ部の少なくとも一部とを当接することで、前記第 1 プラスチックレンズと前記第 2 プラスチックレンズは一体化され、前記第 1 フランジ部を含めた前記第 1 プラスチックレンズの外径を  $D_1$  (mm)、前記第 2 フランジ部を含めた前記第 2 プラスチックレンズの外径を  $D_2$  (mm) と規定したとき、次式 (6) を満たすと共に、前記第 1 プラスチックレンズが前記アクチュエータにより駆動されるボビンに保持されることを特徴とする。

$$D_1 > D_2 \cdots (6)$$

#### 【0025】

請求項 8 に記載の発明によれば、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項と同様の効果を得られるとともに、2つのプラスチックレンズを組み合わせて構成される、いわゆる 2 群構成の高 NA の対物レンズは、一般的に、光源側に配置される第 1 プラスチックレンズの体積が第 2 プラスチックレンズの体積よりも大きくなる傾向がある。そのため、アクチュエータによる対物レンズの駆動精度を向上させるには、第 1 プラスチックレンズの第 1 フランジ部と第 2 プラスチックレンズの第 2 フランジ部の関係を上記の (6) 式を満たすように設定して、第 1 プラスチックレンズをボビンに保持させるのが好ましい。

#### 【0026】

この場合、第 1 プラスチックレンズが、光ピックアップ装置の動作中の熱源となるフォーカシングコイルやトラッキングコイルにより近い位置に配置されることになるため、対物レンズ内に不均一な温度分布が生じやすくなるという不都合が生じるが、本発明による光ピックアップ装置では、対物レンズが上記の (1) 式を満たすように設計されているので、光ピックアップ装置内の温度が変化した場合に、かかる対物レンズの温度分布の不均一性に起因して発生する球面収差変化を小さく抑えることができ、高密度光ディスクに対して安定した情報の記録／再生を行うことが可能である。



## 【0027】

請求項9に記載の光情報記録再生装置は、請求項1～8のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置を搭載して前記光情報記録媒体に対する情報の記録及び前記光情報記録媒体に記録された情報の再生のうち少なくとも一方を実行可能であることを特徴とする。

## 【0028】

請求項10に記載の発明は、正の屈折力を有する第1プラスチックレンズ及び正の屈折力を有する第2プラスチックレンズの少なくとも2つ以上のプラスチックレンズから構成される光ピックアップ装置用の対物レンズであって、前記対物レンズ全体の温度が均一に変化した場合の前記対物レンズの3次球面収差の変化率を $\Delta 3SA(\lambda RMS)$ 、前記波長 $\lambda$ の光束に対する前記対物レンズの焦点距離及び光学系倍率を $f(mm)$ 及び $m$ と規定したときに、前記対物レンズが次式(1)を満たすことにより、前記対物レンズを駆動させるアクチュエータに対する通電時の発熱により、前記対物レンズ内における温度分布が不均一となった状態で、光ピックアップ装置の環境温度が変化した場合の球面収差変化を抑制することを特徴とする。

$$-0.0004 < \Delta 3SA / (NA^4 \cdot f \cdot (1-m)) < 0.0004 \cdots (1)$$

## 【0029】

請求項10に記載の発明によれば、対物レンズを(1)式を満たすように設計することにより、少なくとも2群以上の構成からなるプラスチックレンズで構成された対物レンズを用いた光ピックアップ装置でも、使用時の光情報記録媒体の情報記録面における球面収差の劣化を小さく抑えることが可能となり、高密度光ディスクに対して安定した情報の記録／再生を行うことができる。

## 【0030】

請求項11に記載の発明は、請求項10に記載の対物レンズであって、次式(7)を満たすことを特徴とする。

$$-0.0003 < \Delta 3SA / (NA^4 \cdot f \cdot (1-m)) < 0.0003 \cdots (7)$$

## 【0031】

請求項11に記載の発明によれば、請求項10と同様の効果を得られるとともに、フォーカシングコイルやトラッキングコイルに対して大きな電流が通電された状態で光ピックアップ装置内の温度が変化した際の球面収差の変化（劣化）を小さく抑えることができる。

## 【0032】

請求項12に記載の発明は、請求項10又は11に記載の対物レンズであって、前記アクチュエータに対する通電時における前記対物レンズの光軸方向の温度分布を $TA$ （℃）、径方向の温度分布を $TR1$ （℃）、 $TR2$ （℃）としたとき、 $|TA| > 1.0$ 、 $|TR1| > 0.3$ 、 $|TR2| > 0.3$ のいずれか少なくとも1つを満たすことを特徴とする。

## 【0033】

請求項13に記載の発明は、請求項10～12のいずれか一項に記載の対物レンズであって、像側開口数 $NA$ が0.8以上とされたことを特徴とする。

## 【0034】

請求項13に記載の発明によれば、請求項10～12のいずれか一項と同様の効果を得られるとともに、波長400nm程度の青紫色半導体レーザ光源と像側開口数 $NA$ が0.85程度の対物レンズを用いる、保護基板厚0.1mm程度の高密度光ディスクに対して好適に用いることができる。

## 【0035】

請求項14に記載の発明は、請求項10～13のいずれか一項に記載の対物レンズであって、温度変化に対する前記第1プラスチックレンズの屈折率の変化率を $\Delta NL1$ 、温度変化に対する前記第2プラスチックレンズの屈折率の変化率を $\Delta NL2$ 、前記対物レンズのバックフォーカスを $fB$ （mm）と規定したとき、次式（2）～（4）を満たすことを特徴とする。

$$-20 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} < \Delta NL1 < -2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \dots (2)$$

$$0.6 < \Delta NL2 / \Delta NL1 < 1.5 \dots (3)$$

$$0.1 < (\Delta NL2 / \Delta NL1) \cdot fB / (f \cdot (1 - m)) < 0.2 \dots (4)$$

## 【0036】

請求項14に記載の発明によれば、請求項10～13のいずれか一項と同様の効果を得られるとともに、温度変化に対する第1プラスチックレンズの屈折率の変化率 $\Delta NL1$ と温度変化に対する第2プラスチックレンズの屈折率の変化率 $\Delta NL2$ が上記(2)式及び(3)式を満たすように、さらに、第1プラスチックレンズと第2プラスチックレンズを組み合わせる構成される対物レンズのバックフォーカス $fB$ が光学系倍率 $m$ に対して上記(4)式を満たすように、第1プラスチックレンズ及び第2プラスチックレンズを設計することにより、上記(1)式を満たす対物レンズを得ることができる。

## 【0037】

請求項15に記載の発明は、請求項14に記載の対物レンズであって、次式(8)～(10)を満たすことを特徴とする。

$$-15 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} < \Delta NL1 < -5 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \dots (8)$$

$$0.7 < \Delta NL2 / \Delta NL1 < 1.4 \dots (9)$$

$$0.12 < (\Delta NL2 / \Delta NL1) \cdot fB / (f \cdot (1-m)) < 0.18 \dots (10)$$

## 【0038】

請求項15に記載の発明によれば、請求項14と同様の効果を得られるとともに、フォーカシングコイルやトラッキングコイルに対する通電量が大きくなった場合でも、光ピックアップ装置内の温度が変化した際の球面収差の変化(劣化)を小さく抑えることができる。

## 【0039】

請求項16に記載の発明は、請求項10～15のいずれか一項に記載の対物レンズであって、前記波長 $\lambda$ の光束に対する前記第1プラスチックレンズの焦点距離を $f1$ (mm)、前記第1プラスチックレンズの光学系倍率を $m1$ 、前記波長 $\lambda$ の光束に対する前記第2プラスチックレンズの焦点距離を $f2$ (mm)、前記第2プラスチックレンズの光学系倍率を $m2$ と規定したとき、次式(5)を満たすことを特徴とする。

$$3.5 < f1 \cdot (1-m1) / (f2 \cdot (1-m)) < 5.8 \dots (5)$$

請求項 16 に記載の発明によれば、請求項 10～15 のいずれか一項と同様の効果を得られる。

【0040】

請求項 17 に記載の発明は、請求項 10～16 のいずれか一項に記載の対物レンズであって、前記第 2 プラスチックレンズが、前記第 1 プラスチックレンズ側に凸のメニスカスレンズであることを特徴とする。

【0041】

請求項 17 に記載の発明によれば、請求項 10～16 のいずれか一項と同様の効果を得られるとともに、2つのプラスチックレンズを組み合わせて構成される、いわゆる 2 群構成の高 NA の対物レンズでは、一般的に、その形状を上記 (4) 式を満たすように設計すると、画角を有する光束がこの対物レンズに入射した際に、最終面（光情報記録媒体に最も近い光学面）において発生するコマ収差が大きくなり、光源の位置調整に対する公差が厳しくなってしまう。

そこで、第 2 プラスチックレンズの形状を、第 1 プラスチックレンズ側に凸のメニスカスレンズとすることで、上記コマ収差の発生を低減することができ、光源の位置調整に対する公差を緩和することが可能となる。

【0042】

請求項 18 に記載の発明は、請求項 10～17 のいずれか一項に記載の対物レンズであって、前記第 1 プラスチックレンズはその光学機能部よりも周辺側の部分に第 1 フランジ部を有し、前記第 2 プラスチックレンズはその光学機能部よりも周辺側の部分に第 2 フランジ部を有し、前記第 1 フランジ部の少なくとも一部と前記第 2 フランジ部の少なくとも一部とを当接することで、前記第 1 プラスチックレンズと前記第 2 プラスチックレンズは一体化され、前記第 1 フランジ部を含めた前記第 1 プラスチックレンズの外径を  $D1$  (mm)、前記第 2 フランジ部を含めた前記第 2 プラスチックレンズの外径を  $D2$  (mm) と規定したとき、次式 (6) を満たすと共に、前記第 1 プラスチックレンズが前記アクチュエータにより駆動されるボビンに保持されることを特徴とする。

$$D1 > D2 \cdots (6)$$

【0043】

請求項 18 に記載の発明によれば、請求項 10 ～ 17 のいずれか一項と同様の効果を得られるとともに、2つのプラスチックレンズを組み合わせて構成される、いわゆる 2 群構成の高 NA の対物レンズは、一般的に、光源側に配置される第 1 プラスチックレンズの体積が第 2 プラスチックレンズの体積よりも大きくなる傾向がある。そのため、アクチュエータによる対物レンズの駆動精度を向上させるには、第 1 プラスチックレンズの第 1 フランジ部と第 2 プラスチックレンズの第 2 フランジ部の関係を上記の (6) 式を満たすように設定して、第 1 プラスチックレンズをボビンに保持させるのが好ましい。

#### 【0044】

この場合、第 1 プラスチックレンズが、光ピックアップ装置の動作中の熱源となるフォーカシングコイルやトラッキングコイルにより近い位置に配置されることになるため、対物レンズ内に不均一な温度分布が生じやすくなるという不都合が生じるが、対物レンズが上記の (1) 式を満たすように設計されているので、光ピックアップ装置内の温度が変化した場合に、かかる対物レンズの温度分布の不均一性に起因して発生する球面収差変化を小さく抑えることができ、高密度光ディスクに対して安定した情報の記録／再生を行うことが可能である。

#### 【0045】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明による対物レンズ、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

図 1 は、本実施の形態の光ピックアップ装置 P U の概略図であり、光ピックアップ装置 P U は、波長  $\lambda$  の光束を出射する光源としての青紫色半導体レーザ L D、偏光ビームスプリッタ B S、コリメータ C L、1/4 波長板 W P、絞り S T、対物レンズ O B J、フォーカシング／トラッキング用の 2 軸アクチュエータ A C、シリンドリカルレンズ C Y、凹レンズ N L 及び光検出器 P D 等から概略構成される。なお、以下の説明において、便宜上、光軸方向に沿って光源に向かう方向を「前方」と表記し、光情報記録媒体に向かう方向を「後方」と表記する場合がある。

#### 【0046】

青紫色半導体レーザLDから射出された波長 $\lambda$ の発散光束は、偏光ビームスプリッタBSを透過し、コリメートレンズCL及び1/4波長板WPを経て円偏光の平行光束となった後、絞りSTによりその光束径が規制され、対物レンズOBJによって高密度光ディスクODの保護層PLを介して情報記録面RL上に形成されるスポットとなる。

情報記録面RLで情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOBJ、絞りST、1/4波長板WP及びコリメートレンズCLを透過した後、収斂光束となり、偏光ビームスプリッタBSによって反射され、シリンドリカルレンズCY、凹レンズNLを経ることによって非点収差が与えられ、光検出器PDに収束する。そして、光検出器PDの出力信号を用いて光ディスクODに記録された情報を読み取ることができる。

#### 【0047】

図2に示すように、対物レンズOBJは、青紫色半導体レーザLDからのレーザ光を高密度光ディスクODの保護層PLを介して情報記録面RL上に集光させる機能を有する。

対物レンズOBJは、青紫色半導体レーザLD側に配置された正のパワー（屈折力）を有する第1プラスチックレンズL1と、高密度光ディスクOD側に配置された正のパワーを有する第2プラスチックレンズL2とから構成される2群構成のプラスチックレンズであり、これら2つのプラスチックレンズを組み合わせ得られる像側開口数NAは0.85である。

なお、本発明で用いられる対物レンズOBJとしては、少なくとも2群以上のプラスチックレンズ構成であれば良く、本実施の形態に示すような2群のみの構成には限定されない。

#### 【0048】

更に、第1プラスチックレンズL1と第2プラスチックレンズL2はその光学機能部（図2において斜線部）よりも周辺側の部分に、それぞれ光学機能部と一体に成形された第1フランジ部FL1と第2フランジ部FL2とを有しており、第1フランジ部FL1と第2フランジ部FL2の一部同士（図2において当接部M）を当接することで第1プラスチックレンズL1と第2プラスチックレンズL

2 は一体化されている。

#### 【0049】

また、第1フランジ部FL1を含めた第1プラスチックレンズL1の外径D1 (mm) は、第2フランジ部FL2を含めた第2プラスチックレンズのL2外径をD2 (mm) よりも大きく、つまり上記式6を満たすようになっている。

これにより、光源側に配置される第1プラスチックレンズL1の体積が第2プラスチックレンズL2の体積よりも大きくなり、後述するように、ボビンBに保持された状態の対物レンズOBJのアクチュエータACによる駆動精度（位置決め精度）を向上させることができる。

#### 【0050】

図3 (a)、(b) は、対物レンズOBJ付近の詳細図である。

対物レンズOBJは、第1プラスチックレンズL1の第1フランジ部FL1の当接により、2軸アクチュエータACで駆動されるボビンBに保持されている。なお、2軸アクチュエータACの動作は周知であるため説明を省略する。また、符合MGはマグネットを示す。

通常、対物レンズOBJの作動距離（ワーキングディスタンス）を確保する観点から、フォーカシングコイルFC及びトラッキングコイルTCは、対物レンズOBJの後端（本実施の形態においては第2プラスチックレンズL2の出射面）よりも前方に配置されることが多く、また、フォーカシングコイルFC及びトラッキングコイルTCの重心GC及びGC'は、各コイルの前後方向の長さの中心近傍に位置することになる。

#### 【0051】

従って、フォーカシングコイルFCとトラッキングコイルTCは、その重心位置GCとGC'が第2プラスチックレンズL2の重心位置GL2よりも青紫色半導体レーザLD側に位置することになる。

ここで、光ピックアップ装置PUの動作中には、フォーカシングコイルFC及びトラッキングコイルTCから生じる熱の影響を受けて対物レンズOBJの温度が上昇するが、上述のように、フォーカシングコイルFC及びトラッキングコイルTCは、第2プラスチックレンズL2よりも前方に配置されることから、第1

プラスチックレンズ 1 の入射面の周縁部分の温度が、第 2 プラスチックレンズ 2 の出射面の光軸近傍の温度よりも高くなり、対物レンズ OB J 内に不均一な温度分布が生じることになる。

# 【0052】

しかし、本発明にかかる光ピックアップ装置 PU では、対物レンズ OB J が上記 (1) 式を満たすように設計されているので、対物レンズ OB J 内に不均一な温度分布が生じた状態で光ピックアップ装置 PU 内の温度が変化しても球面収差変化を小さく抑えることができ、高密度光ディスク OD に対して安定した情報の記録／再生を行うことが可能となっている。

具体的には、第 1 プラスチックレンズ 1 と第 2 プラスチックレンズ 2 の温度変化に対する屈折率の変化率を  $\Delta N L 1$  と  $\Delta N L 2$  とし、バックフォーカス  $f B (mm)$  と規定したとき、上記 (2) ～ (4) 式を満たすように対物レンズ OB J を設計することにより、上記 (1) 式を満たす対物レンズの設計が可能となっている。

なお、波長  $\lambda$  の光束に対する前記第 1 プラスチックレンズ 1 の焦点距離を  $f 1 (mm)$ 、第 1 プラスチックレンズ 1 の光学系倍率を  $m 1$ 、波長  $\lambda$  の光束に対する第 2 プラスチックレンズ 2 の焦点距離を  $f 2 (mm)$ 、第 2 プラスチックレンズ 2 の光学系倍率を  $m 2$  と規定したとき、上記式 (5) を満たすように対物レンズ OB J を設計することが好ましい。

# 【0053】

また、対物レンズ OB J を、 $-0.0003 < \Delta 3 S A / (N A 4 \cdot f \cdot (1 - m)) < 0.0003$  (式 (7)) を満たすように設計することが好ましく、また、 $-15 \times 10^{-5} / ^\circ C < \Delta N L 1 < -5 \times 10^{-5} / ^\circ C$  (式 (8))、 $0.7 < \Delta N L 2 / \Delta N L 1 < 1.4$  (式 (9))、 $0.12 < (\Delta N L 2 / \Delta N L 1) \cdot f B / (f \cdot (1 - m)) < 0.18$  (式 (10)) を満たすように設計することが好ましい。この場合、プラスチック AC への通電量が増加し、プラスチック AC からの発熱量が増加する様な場合でも、球面収差の変化を小さく抑えることができる。

# 【0054】



また、本実施の形態の対物レンズにおいては、第2プラスチツクレンズL2が、前記第1プラスチツクレンズL1側に凸のメニスカスレンズとなっている。一般的に、2群構成の高NAのプラスチツク製の対物レンズでは、その形状を上記(4)式を満たすように設計すると、画角を有する光束がこの対物レンズに入射した際に、最終面(光情報記録媒体に最も近い光学面)において発生するコマ収差が大きくなり、光源の位置調整に対する公差が厳しくなってしまうが、第2プラスチツクレンズL2の形状を、第1プラスチツクレンズL1側に凸のメニスカスレンズとすることで、上記コマ収差の発生を低減することができる、光源の位置調整に対する公差を緩和することが可能となる。

また、図示は省略するが、上述した光ピツクアップ装置PU、光情報記録媒体ODを回転自在に保持する回転駆動装置、これら各種装置の駆動を制御する制御装置を搭載し、光情報記録媒体ODに対する情報の記録及び光情報記録媒体ODに記録された情報の再生のうち少なくとも一方の実行が可能な光情報記録再生装置を得ることができる。

# 【0055】

## 【実施例】

次に、上述した対物レンズOBJとして好適な対物レンズの具体例(実施例)を比較例と比較しつつ説明する。

表1に実施例1として、上記の(1)式の値が0となるように設計されたNA0.85のプラスチツクレンズのレンズデータを示し、表2に比較例1として、 $\Delta 3SA / (NA^4 \cdot f \cdot (1-m))$ の値が0.0004となるように、つまり、式(1)を満たさないように設計されたNA0.85のプラスチツクレンズのレンズデータを示し、表3に比較例2として、 $\Delta 3SA / (NA^4 \cdot f \cdot (1-m))$ の値が-0.0004となるように、つまり、式(1)を満たさないように設計されたNA0.85のプラスチツクレンズのレンズデータを示す。

# 【0056】



【表 1】

NA=0.85,  $\lambda$ =405nm, f=1.765mm, m=0

近軸一夕

面番号	r (mm)	d (mm)	N $\lambda$	$\nu$ d	備考
0	—	$\infty$	—	—	光源
1	2.14544	2.45000	1.52469	56.5	第17° 近軸一夕
2	8.08503	0.05000			
3	0.86617	1.10000	1.52469	56.5	第27° 近軸一夕
4	$\infty$	0.26984			
5	$\infty$	0.10000	1.61950	30.0	保護層
6	$\infty$	—	—	—	

非球面係数

	第 1 面	第 2 面	第 3 面
$\kappa$	-0.253147	18.319342	-0.777817
A4	-0.387420E-02	-0.532954E-03	0.126463E-00
A6	0.213490E-02	0.973058E-03	0.988215E-02
A8	-0.235275E-02	0.117802E-01	0.178879E-00
A10	0.959593E-03	-0.273116E-01	-0.928546E-01
A12	-0.276243E-03	0.101605E-01	0
A14	0.476237E-04	0	0
A16	-0.122362E-04	0	0



【表 2】

NA=0.85,  $\lambda$ =405nm, f=1.765mm, m=0

近軸データ

面番号	r (mm)	d (mm)	N $\lambda$	$\nu$ d	備考
0	—	$\infty$	—	—	光源
1	2.23319	2.45000	1.52469	56.5	第17°ミラツクル
2	11.05425	0.05000			
3	0.88915	1.10000	1.52469	56.5	第27°ミラツクル
4	$\infty$	0.29705			
5	$\infty$	0.10000	1.61950	30.0	保護層
6	$\infty$	—	—	—	

非球面係数

	第1面	第2面	第3面
$\kappa$	-0.284027	-10.315724	-0.802652
A4	-0.536749E-02	-0.514298E-02	0.123184E-00
A6	0.241820E-02	0.273672E-02	0.172605E-02
A8	-0.238797E-02	0.146219E-01	0.154421E-00
A10	0.954259E-03	-0.254496E-01	-0.798437E-01
A12	-0.268115E-03	0.850195E-02	0
A14	0.481111E-04	0	0
A16	-0.141790E-04	0	0



【表 3】

NA=0.85,  $\lambda$ =405nm, f=1.765mm, m=0

近軸データ

面番号	r (mm)	d (mm)	N $\lambda$	$\nu$ d	備考
0	—	$\infty$	—	—	光源
1	2.04533	2.45000	1.52469	56.5	第17° 近軸データ
2	7.41179	0.05000			
3	0.86077	1.10000	1.52469	56.5	第27° 近軸データ
4	$\infty$	0.23512			
5	$\infty$	0.10000	1.61950	30.0	保護層
6	$\infty$	—	—	—	

非球面係数

	第1面	第2面	第3面
$\kappa$	-0.242730	22.889161	-0.759406
A4	-0.382647E-02	0.459846E-02	0.131962E-00
A6	0.223673E-02	0.249760E-02	0.169630E-01
A8	-0.232367E-02	0.814558E-02	0.186854E-00
A10	0.953693E-03	-0.317463E-01	-0.950598E-01
A12	-0.276669E-03	0.132669E-01	0
A14	0.396269E-04	0	0
A16	-0.942655E-05	0	0

【0057】

何れのプラスチックレンズも波長  $\lambda$  (405 nm) に対する焦点距離 f は 1.765 mm、光学系倍率 m は 0、温度変化に対する第 1 プラスチックレンズ L1 の屈折率の変化率  $\Delta N L 1$  と温度変化に対する第 2 プラスチックレンズ L2 の屈折率の変化率  $\Delta N L 2$  は共に、 $-11 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 、第 1 フラジ部 FL1 を含めた第 1 プラスチックレンズ L1 の外径 D1 は 4.8 mm、第 2 フラジ部 FL2 を含めた第 2 プラスチックレンズ L2 の外径 D2 は 3.8 mm である。

表 1～表 3 のレンズデータにおいて、NA は開口数、 $\lambda$  (nm) は設計波長、f (mm) は焦点距離、m は光学系倍率、r (mm) は曲率半径、d (mm) は面間隔、N  $\lambda$  は設計波長における屈折率、 $\nu$  d は d 線におけるブッヘ数を表し、非球面はその面の頂点に接する平面からの変形量を X (mm)、光軸に垂直な方

向の高さを  $h$  (mm)、曲率半径を  $r$  (mm) とするとき、次の数 1 で表される。ただし、 $\kappa$  を円錐係数、 $A_{2i}$  を非球面係数とする。

【0058】

また、実施例 1 における、波長  $\lambda$  の光束に対する第 1 プラスチックレンズ L1 の焦点距離  $f_1$  (mm) は 4.87 mm、第 1 プラスチックレンズ L1 の光学系倍率  $m_1$  は 0、波長  $\lambda$  の光束に対する第 2 プラスチックレンズ L2 の焦点距離  $f_2$  (mm) は 1.65、第 2 プラスチックレンズ L2 の光学系倍率  $m_2$  は 0.3

7 である。同様に、比較例 1 においては、焦点距離  $f_1$  (mm) は 4.87 mm、光学系倍率  $m_1$  は 0、焦点距離  $f_2$  (mm) は 1.70、光学系倍率  $m_2$  は 0.35 であり、比較例 2 においては、焦点距離  $f_1$  (mm) は 4.65 mm、光学系倍率  $m_1$  は 0、焦点距離  $f_2$  (mm) は 1.64、光学系倍率  $m_2$  は 0.3

6 である。

【0059】

【数 1】

$$X = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) h^2/r^2}} + \sum_{i=0}^8 A_{2i} h^{2i}$$

【0060】

プラスチックレンズにおいては、レンズ内に温度分布が生じることが、レンズ内に屈折率分布が生じることと等価である。図 4 はフーコーコイル F C やトラッキングコイル T C の発熱により対物レンズ O B J 内に発生した光軸方向の温度分布に応じた屈折率分布を、実施例 1、比較例 1 及び 2 のプラスチックレンズに与えた場合の温度特性をシミュレーションにより求めたものである。このシミュレーションでは、光軸方向の温度分布のモデルとして、光源側からプラスチック側に向かって温度が低くなるような線形温度分布を仮定しており、図 4 の横軸は第 2 プラスチックレンズ L2 の光軸側光学面の面頂点 (図 6 において P 2) での温度 T 2 である。

図 4 において、「通電なし」は、対物レンズ O B J 内に不均一な温度分布が生ぜず、対物レンズ O B J 全体が均一に温度上昇する場合に相当する。従って、

上記光軸方向の温度分布 T A、径方向の温度分布 T R 1 及び T R 2 の値は全て 0 であり、上記 3 条件 (R 1) ~ (R 3) の全てを満たしていない。

## 【0061】

また、「温度分布 1」は、光源側から光ファイバ側に向かって 1 mm あたり 1℃温度が低くなる場合に相当する。実施例 1、比較例 1 及び 2 の、第 1 プラスチックレンズ L 1 と第 2 プラスチックレンズ L 2 間の空気間隔 0.05 mm を除いた光軸上のレンズ厚さは 3.55 mm であるので、第 1 プラスチックレンズ L 1 の光源側光学面の面頂点 (図 6 において P 1) と第 2 プラスチックレンズ L 2 の光ファイバ側光学面の面頂点 (図 6 において P 2) における温度差 T A は、3.55 となる。従って、P 1 における屈折率は P 2 における屈折率より 39.05  $\times 10^{-5}$  だけ低くなっている。尚、「温度分布 1」における、上記光軸方向の温度分布 T A、径方向の温度分布 T R 1 及び T R 2 の値はそれぞれ、3.55、1.225、2.325 である。

## 【0062】

また、「温度分布 2」は、光源側から光ファイバ側に向かって 1 mm あたり 2℃温度が低くなる場合に相当し、第 1 プラスチックレンズ L 1 の光源側光学面の面頂点 P 1 と第 2 プラスチックレンズ L 2 の光ファイバ側光学面の面頂点 P 2 における温度差 T A は、7.10 となる。従って、P 1 における屈折率は P 2 における屈折率より 78.1  $\times 10^{-5}$  だけ低くなっている。尚、「温度分布 2」における、上記光軸方向の温度分布 T A、径方向の温度分布 T R 1 及び T R 2 の値はそれぞれ、7.10、2.45、4.65 である。

## 【0063】

一方、図 5 は、フオーカシングコイル F C やトラッキングコイル T C の発熱により対物レンズ O B J 内に発生した径方向の温度分布に応じた屈折率分布を、実施例 1、比較例 1 及び 2 のプラスチックレンズに与えた場合の温度特性をシミュレーションにより求めたものである。このシミュレーションでは、光軸方向の温度分布のモデルとして、光軸から周辺に向かって温度が高くなるような径方向の 2 次温度分布 (但し、光軸に関して回転対称) を仮定しており、図 5 の横軸は対物レンズの光軸上の温度である。

図5において、「通電なし」は、対物レンズ内に不均一な温度分布が発生せず、対物レンズ全体が均一に温度上昇する場合に相当する。従って、上記光軸方向の温度分布TA、径方向の温度分布TR1及びTR2の値は全て0であり、上記3条件(R1)～(R3)の全てを満たしていない。

#### 【0064】

また、「温度分布1」は、径方向温度分布の2次係数が $-3.82 \times 10^{-5}$ である場合であり、これは、第1フレンジ部FL1を含めた第1プラスチックレンズL1の最周辺位置( $\phi 4.8$ における位置)における温度が、光軸上における温度に対し $2^{\circ}\text{C}$ 高い場合に相当する。すなわち、 $P3 \sim P6$ (図6参照)における屈折率は $P1$ 及び $P2$ における屈折率より $2.2 \times 10^{-5}$ だけ低くなっている。尚、上記光軸方向の温度分布TA、径方向の温度分布TR1及びTR2の値はそれぞれ、0、2、2であって、上記3条件(R1)～(R3)の全てを満たしている。

また、「温度分布2」は、径方向温度分布の2次係数が $-7.64 \times 10^{-5}$ である場合であり、これは、第1フレンジ部FL1を含めた第1プラスチックレンズL1の最周辺位置( $\phi 4.8$ における位置)における温度が、光軸上における温度に対し $4^{\circ}\text{C}$ 高い場合に相当する。すなわち、 $P3 \sim P6$ における屈折率は $P1$ 及び $P2$ における屈折率より $4.4 \times 10^{-5}$ だけ低くなっている。尚、上記光軸方向の温度分布TA、径方向の温度分布TR1及びTR2の値はそれぞれ、0、4、4であって、上記3条件(R1)～(R3)の全てを満たしている。

#### 【0065】

ここで、実施例1、及び比較例2の対物レンズOBJを備えた光ビックアップ装置PUにおいて、記録/再生の開始時の光ビックアップ装置PUの環境温度が $25^{\circ}\text{C}$ であって(従って、第2プラスチックレンズL2の光軸側面、面頂点P2の温度は $25^{\circ}\text{C}$ であり、光軸方向の温度分布TAは0)、記録/再生の終了時には、光ビックアップ装置PUの環境温度の上昇に伴い、第2プラスチックレンズL2の光軸側面、面頂点P2の温度が $65^{\circ}\text{C}$ となり、且つ、アキュエータACの発熱の影響により、対物レンズOBJ内に図4における“温度分布2”で与えられる光軸方向の温度分布が発生している場合を想定する

【0066】

(1) 式を満たさない比較例 2 の対物レンズでは、図 4 (c) から、記録／再生の開始時に対する記録／再生の終了時の波面収差の変化量が、約 0.04  $\lambda$  RMS となるの対し、(1) 式を満たす実施例 1 の対物レンズ OBJ では、図 4 (a) から、記録／再生の開始時に対する記録／再生の終了時の波面収差の変化量が、0.03  $\lambda$  RMS 以下と小さく抑えられていることがわかる。

さらに、実施例 1、及び比較例 1 の対物レンズを備えた光ピックアップ装置 PU において、記録／再生の開始時の光ピックアップ装置 PU の環境温度が 25℃ であって (従って、対物レンズの光軸上の温度は 25℃ であり、径方向の温度分布 TR1 及び TR2 は 0)、記録／再生の終了時には、光ピックアップ装置 PU の環境温度の上昇に伴い、対物レンズ OBJ の光軸上の温度が 65℃ となり、且つ、アクチュエータ AC の発熱の影響により、対物レンズ内に図 5 における“温度分布 2”で与えられる径方向の温度分布が発生している場合を想定する。

【0067】

(1) 式を満たさない比較例 1 の対物レンズでは、図 5 (b) から、記録／再生の開始時に対する記録／再生の終了時の波面収差の変化量が、約 0.04  $\lambda$  RMS となるの対し、(1) 式を満たす実施例 1 の対物レンズ OBJ では、図 5 (a) から、記録／再生の開始時に対する記録／再生の終了時の波面収差の変化量が、0.03  $\lambda$  RMS 以下と小さく抑えられていることがわかる。

このように、実施例 1 の対物レンズ OBJ は、(1) 式を満たすことにより、アクチュエータ AC の発熱の影響により、対物レンズ OBJ 内の温度分布が不均一となった状態で、光ピックアップ装置 PU の環境温度が変化した場合でも、球面収差変化が小さく抑えられており、対物レンズ OBJ の波面収差に対する許容範囲が厳しい高密度光ディスク用の光ピックアップ装置用の対物レンズとして十分な性能を有していることがわかる。

尚、実施例 1、比較例 1 及び比較例 2 の対物レンズにおいて、(1) 式の  $\Delta 3$  SA を計算する際には、温度分布及び温度変化に伴う、屈折率変化のみを考慮した。



【0068】

次に、上述した対物レンズOBとして好適な対物レンズの具体例を2例提示する。表4にレンズデータを示す実施例2の対物レンズは、 $\Delta 3SA/(NA^4 \cdot f \cdot (1-m))$ の値が $-0.0002$ となるように設計されたNA0.85のプラスチックレンズであり、波長 $\lambda$ (405nm)に対する焦点距離 $f$ は1.765mm、光学係率 $m$ は0、温度変化に対する第1プラスチックレンズL1の屈折率の変化率 $\Delta NL1$ は $-11 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 、温度変化に対する第2プラスチックレンズL2の屈折率の変化率 $\Delta NL2$ は、 $-9 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 、第1プラスチックレンズL1を含めた第1プラスチックレンズL1の外径D1は4.8mm、第2プラスチックレンズL2を含めた第2プラスチックレンズL2の外径D2は3.8mmである。

【表4】

NA=0.85,  $\lambda$ =405nm,  $f$ =1.765mm,  $m$ =0  
近軸データ

面番号	$r$ (mm)	$d$ (mm)	N $\lambda$	$\nu d$	備考
0	—	$\infty$	—	—	光源
1	2.23667	2.50000	1.52469	56.5	第17°プラスチック
2	6.62678	0.05000			
3	0.88192	1.10000	1.56013	56.0	第27°プラスチック
4	27.61914	0.29757			
5	$\infty$	0.10000	1.61950	30.0	保護層
6	$\infty$	—	—	—	

非球面係数

	第1面	第2面	第3面
$\kappa$	-0.157134	-1.033298	-0.821555
A4	-0.461875E-02	-0.617302E-02	0.112611E+00
A6	0.945798E-03	0.168099E-01	0.417206E-01
A8	-0.129177E-02	-0.570907E-02	0.911378E-01
A10	0.370796E-03	-0.162041E-01	-0.401250E-01
A12	-0.863413E-04	0.740067E-02	0
A14	0.315790E-05	0	0
A16	-0.591123E-05	0	0

【0069】

また、表5にレンズデータを示す実施例3の対物レンズOBJは、 $\Delta 3SA / (NA^4 \cdot f \cdot (1-m))$  の値が0.0001となるように設計されたNA0

85のプラスチックレンズであり、波長 $\lambda$  (405nm) に対する焦点距離fは1.765mm、光学系倍率mは-0.089、温度変化に対する第1プラスチックレンズL1の屈折率の変化率 $\Delta N L 1$ は $-11 \times 10^{-5} / ^\circ C$ 、温度変化に  
対する第2プラスチックレンズL2の屈折率の変化率 $\Delta N L 2$ は $-9 \times 10^{-5} / ^\circ C$ 、第1プラスチック部FL1を含めた第1プラスチックレンズL1の外径D1は4  
8mm、第2プラスチック部FL2を含めた第2プラスチックレンズL2の外径D2は3.8mmである。

【表5】

NA=0.85,  $\lambda=405nm$ ,  $f=1.765mm$ ,  $m=-0.089$

近軸データ

面番号	r (mm)	d (mm)	N $\lambda$	$\nu d$	備考
0	—	20.00000	—	—	光源
1	1.90447	2.50000	1.52469	56.5	第17プラスチック
2	15.76058	0.05000			
3	0.96921	1.10000	1.56013	56.0	第27プラスチック
4	$\infty$	0.33479			
5	$\infty$	0.10000	1.61950	30.0	保護層
6	$\infty$	—	—	—	

非球面係数

	第1面	第2面	第3面
$\kappa$	-0.091995	19.909808	-0.891431
A4	-0.824904E-02	0.264456E-01	0.101555E+00
A6	0.281942E-04	-0.138684E-01	0.293358E-02
A8	-0.194862E-02	0.248894E-01	0.828845E-01
A10	0.778565E-03	-0.274969E-01	-0.514588E-01
A12	-0.327089E-03	0.779188E-02	0
A14	0.755572E-04	0	0
A16	-0.164000E-04	0	0

尚、実施例2及び3の対物レンズOBJにおいて、(1)式の $\Delta 3SA$ を計算

する際には、温度分布及び温度変化に伴う屈折率変化のみを考慮した。

また、実施例 2 における、焦点距離  $f_1$  (mm) は 5.38 mm、光学系倍率  $m_1$  は 0、焦点距離  $f_2$  (mm) は 1.60、光学系倍率  $m_2$  は 0.33 であり、実施例 3 においては、焦点距離  $f_1$  (mm) は 3.89 mm、光学系倍率  $m_1$  は -0.11、焦点距離  $f_2$  (mm) は 1.73、光学系倍率  $m_2$  は 0.41 である。

### 【0070】

実施例 2 及び 3 の何れの対物レンズ O B J も、上記の (1) 式を満たすように設計されているので、温度分布が対物レンズ O B J 内に生じた状態で、光ビックアップ装置 P U 内の温度が変化しても球面収差変化が小さく、対物レンズ O B J の波面収差に対する許容範囲が厳しい高密度光ビックアップ装置の対物レンズとして十分な性能を有している。

尚、表 4 及び 5 のレンズデータにおいて、N A は開口数、 $\lambda$  (nm) は設計波長、 $f$  (mm) は焦点距離、 $m$  は光学系倍率、 $r$  (mm) は曲率半径、 $d$  (mm) は面間隔、N  $\lambda$  は設計波長における屈折率、 $\nu$   $d$  は  $d$  線におけるフツベ数を表し、非球面はその面の頂点に接する平面からの変形量を  $X$  (mm)、光軸に垂直な方向の高さを  $h$  (mm)、曲率半径を  $r$  (mm) とするとき、上述の数 1 で表される。ただし、 $\kappa$  を円錐係数、A 2 i を非球面係数とする。

### 【0071】

### 【発明の効果】

本発明によれば、2つのプラスチックレンズから構成された対物レンズ内に不均一な温度分布が生じた状態で、光ビックアップ装置内の温度が変化した場合でも、球面収差の劣化を小さく、高密度光ビックアップ装置の情報記録/再生を行うことができる光ビックアップ装置を得ることができる。特に、フォーカシングコイルやトラッキングコイルに対する通電量が大きくなくなった場合でも、光ビックアップ装置内の温度が変化した場合の球面収差の変化量が小さく、高密度光ビックアップ装置の情報記録/再生を行なうことができる光ビックアップ装置及びこの光ビックアップ装置を用いた光情報記録再生装置を得ることができる。

また、2つのプラスチックレンズから構成され、高密度光ファイバの光ビックアップ装置用の対物レンズとして好適な対物レンズであって、対物レンズ内に不均一な温度分布が生じた状態で、光ビックアップ装置内の温度が変化した場合でも、記録／再生に優れた対物レンズを得ることができる。

# 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

光ビックアップ装置の構成を示す要部平面図である。

## 【図2】

対物レンズの構造を示す要部側面図である。

## 【図3】

フクチュエータの構造を示す要部平面図 (a) 及び要部縦断面図 (b) である。

## 【図4】

対物レンズ内に光軸方向の線形温度分布を与えたときの温度特性を示すグラフ

である。

## 【図5】

対物レンズ内に、径方向の2次温度分布を与えたときの温度特性を示すグラフ

である。

## 【図6】

「不均一な温度分布」について説明するための対物レンズの正面図 (a)、側

面図 (b) 及び背面図 (c) である。

# 【符号の説明】

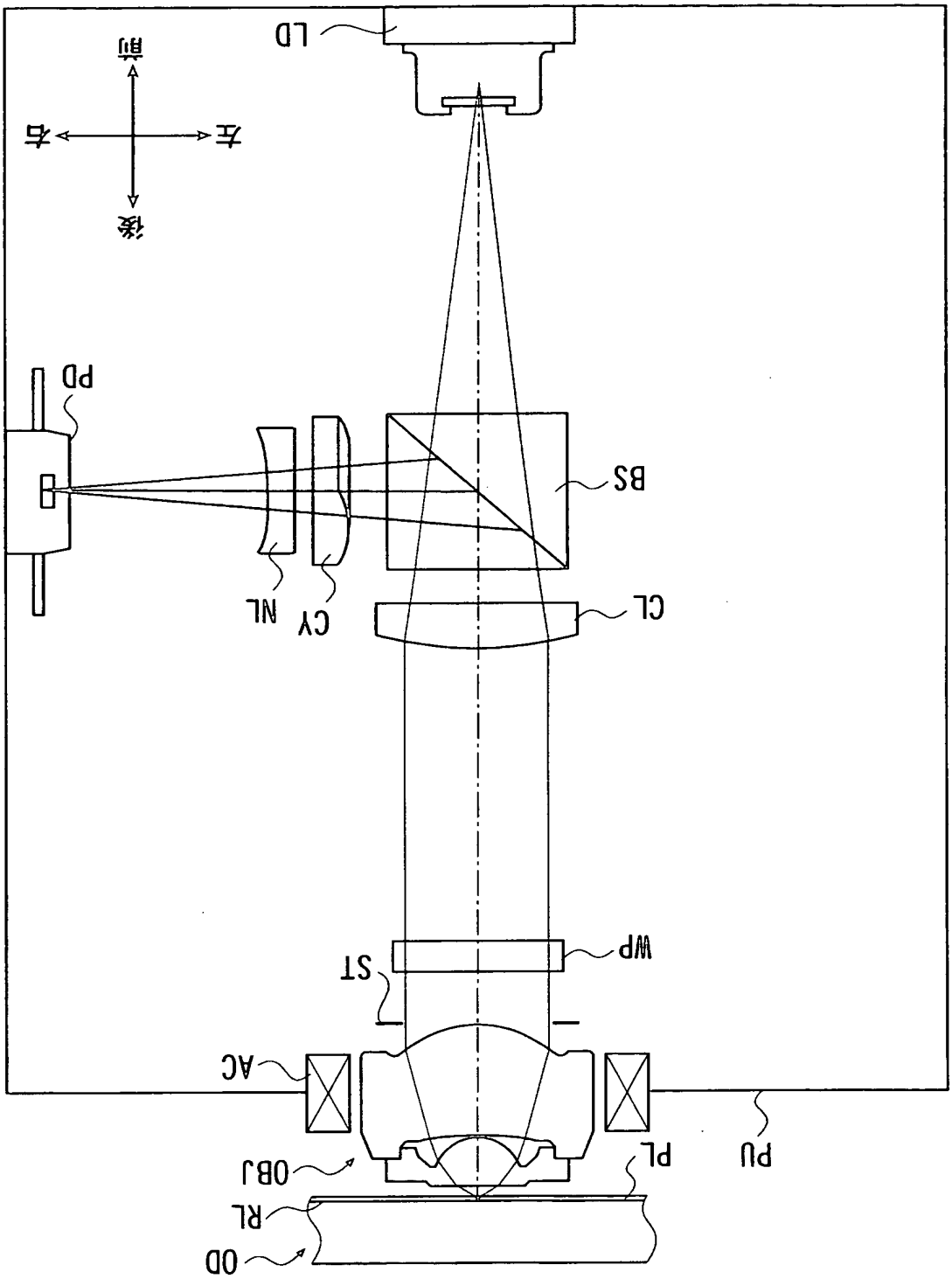
AC フクチュエータ  
B ポピン  
FC フォーカシング用のコイル  
FL1 第1フラネジ部  
FL2 第2フラネジ部  
LD 光源  
L1 第1プラスチックレンズ



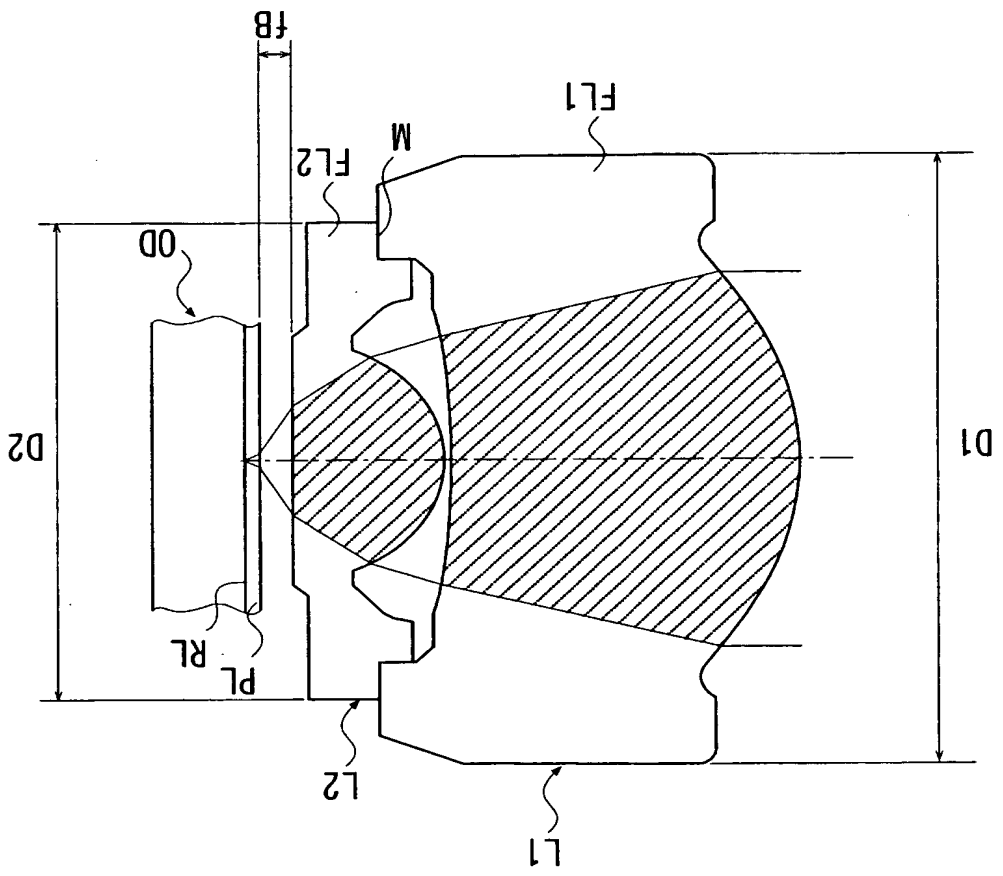
L 2 第2プラスチックレンズ  
OBJ 対物レンズ  
OD 情報記録媒体  
PU 光ピックアップ装置  
RL 情報記録面  
TC トラッキング用のコイル

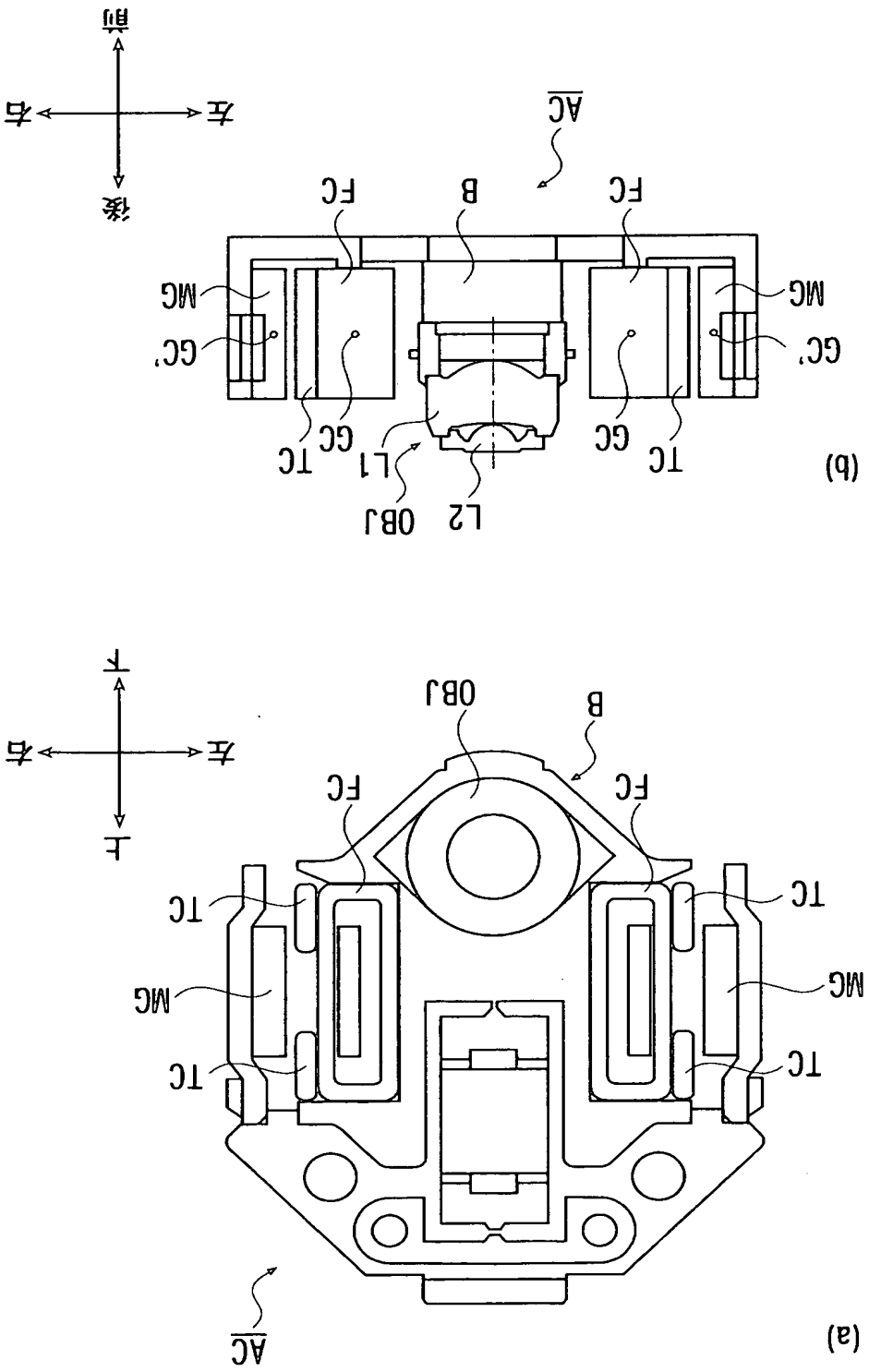


【書類名】  
【図 1】



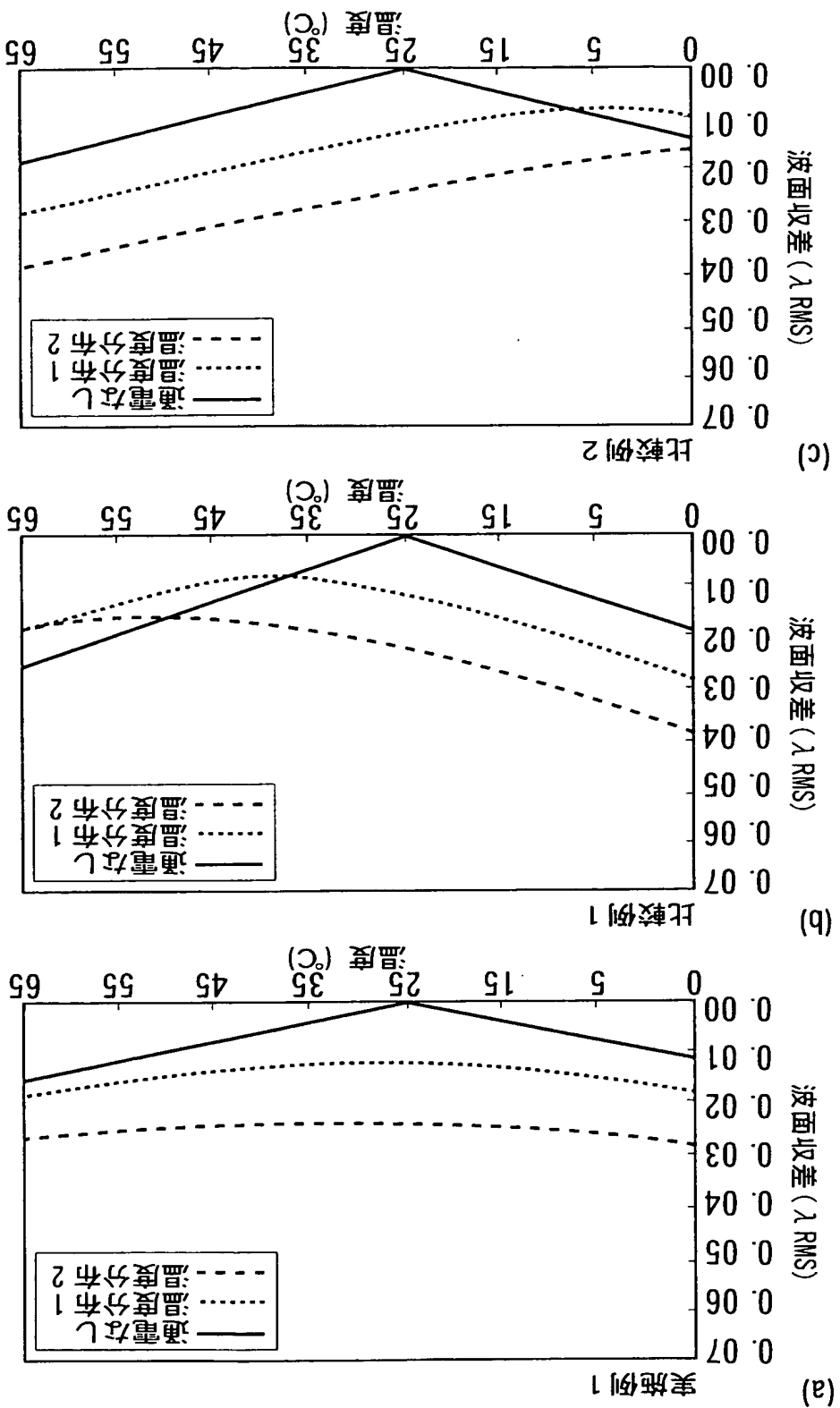
【図2】



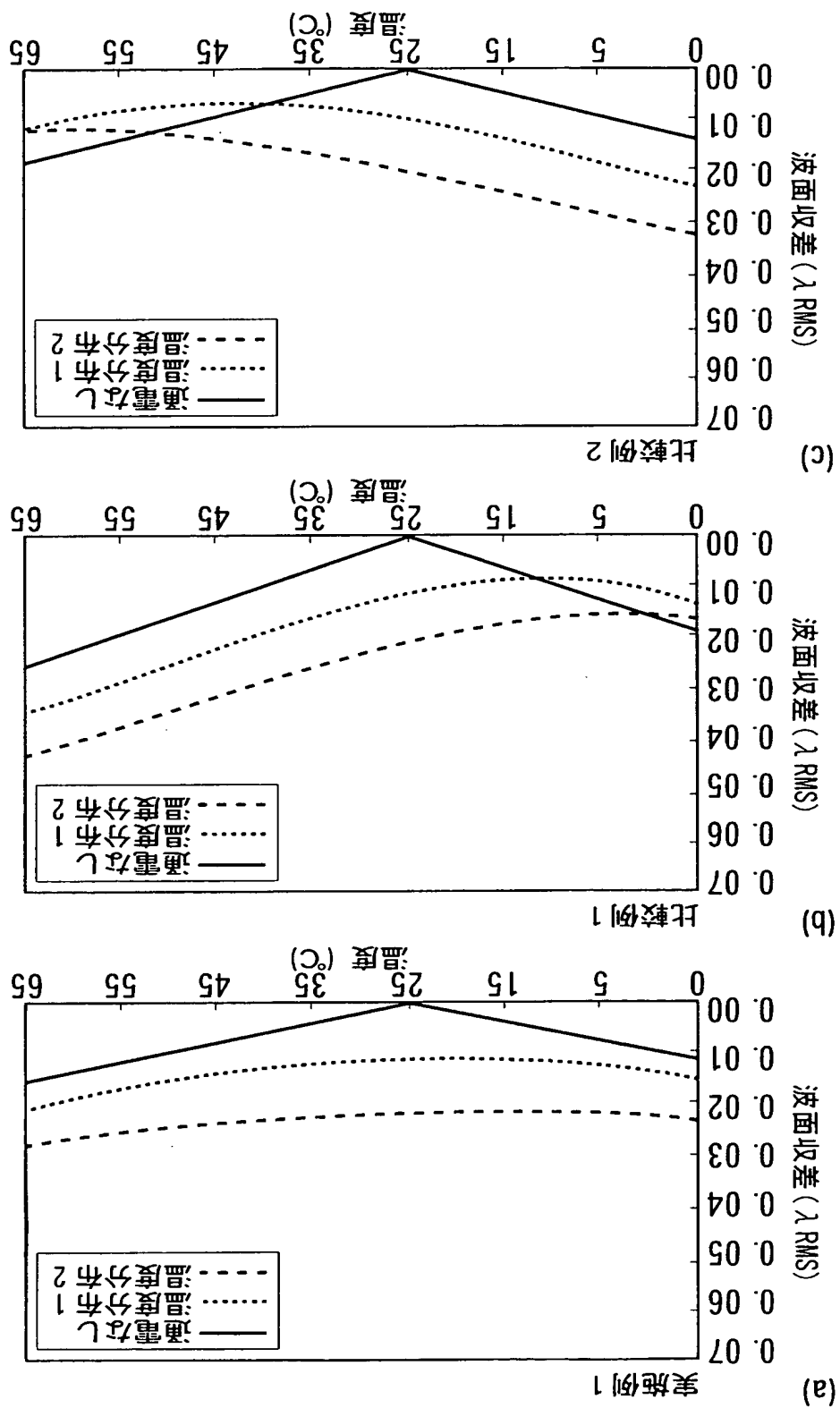




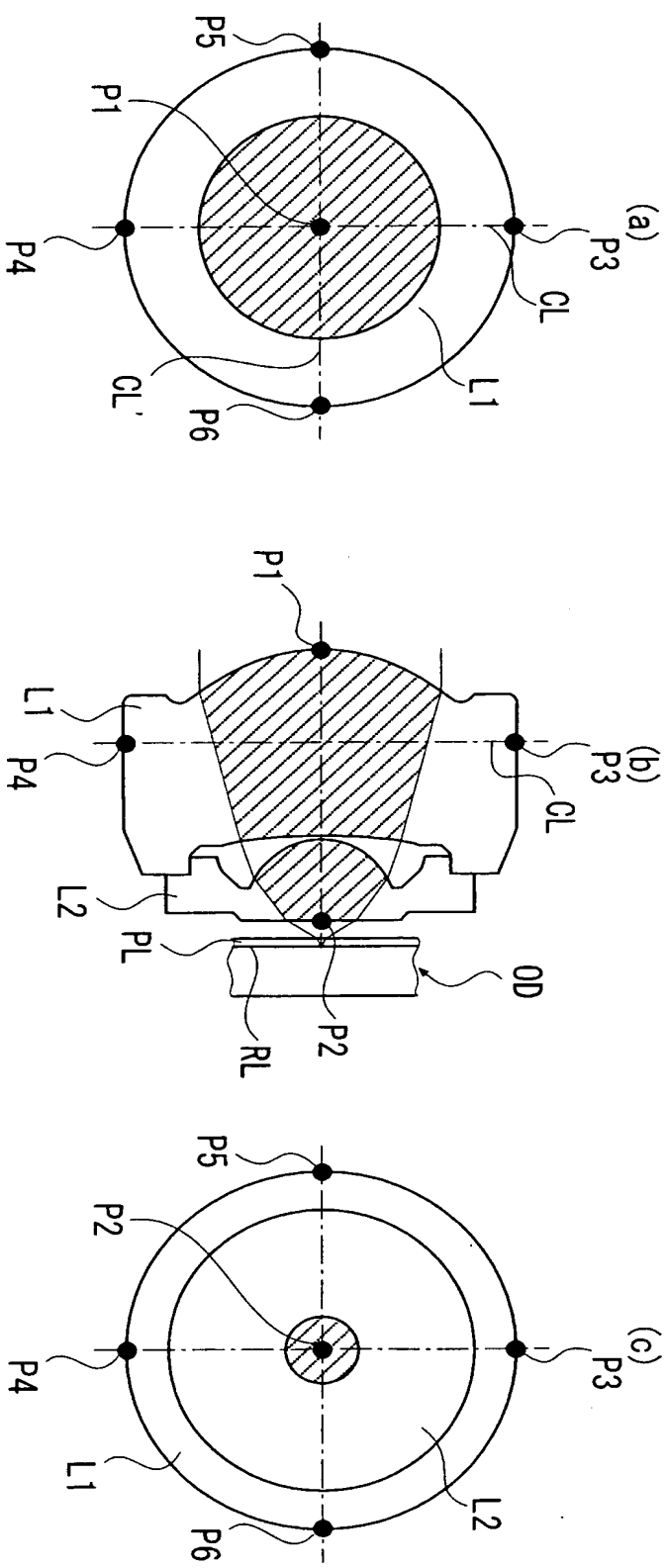
【図 4】



【図 5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2つのプラスチックレンズからなる対物レンズ内に不均一な温度分布が生じた状態で光ビックアップ装置内の温度が変化した場合でも、球面収差の劣化を抑える光ビックアップ装置、光情報記録再生装置及び対物レンズを提供する。

【解決手段】 光ビックアップ装置が、波長λの光束を出射する光源と、正の屈折力を有する第1及び第2の少なくとも2つ以上のプラスチックレンズから構成される対物レンズと、対物レンズを駆動させるアクチュエータとを備え、アクチュエータに対する通電時の発熱により対物レンズ内における温度分布が不均一となる。そして、対物レンズ全体の温度が均一に変化した場合の3次球面収差の変化率を $\Delta 3SA$  ( $\lambda RMS$ )、焦点距離及び光学系倍率を $f$  (mm) 及び $m$ と規定したときに、対物レンズが次式 (1) を満たすことを特徴とする。 $-0.0004 < \Delta 3SA / (NA^4 \cdot f \cdot (1-m)) < 0.0004 \dots (1)$

【選択図】 図1

特願 2003-110770

出願人履歴情報

識別番号

[303000408]

1. 変更年月日

[変更理由]

住所

氏名

新規登録

2002年12月20日

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

コニカオプト株式会社

2. 変更年月日

[変更理由]

住所

氏名

住所変更

名称変更

2003年10月 1日

東京都八王子市石川町2970番地

コニカミノルタオプト株式会社